

# ***GESTION DE MANTENIMIENTO Y SUSTENTABILIDAD: PERSPECTIVA HISTORICA***

Esta presentación extrae conceptos del artículo publicado por el autor con titulo:

Botin, J.A. 2010. Maintenance Management and Sustainability: A historical perspective. Extracting the Science: A Century of Mining Research. Jorgen Brune, ed. The Society for Mining, Metallurgy and Exploration. Littleton, pp 260-267. Colorado. USA.

Jose A. Botin  
Professor of Mine Management  
Universidad Politécnica de Madrid (Escuela de Minas)  
jabotin@iies.es

*PAM Lab UC*

[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



Centro de Minería  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile

# OBJETIVOS

- ✓ **EVOLUCION HISTORICA DE LA GESTION Y TECNOLOGIAS DEL MANTENIMIENTO**
- ✓ **DESTACAR EL ROL DE LA GESTION DE ACTIVOS SOBRE LA SEGURIDAD Y SALUD Y LA SUSTENATBILIDAD**

# EL FALLO DE UN EQUIPO PUEDE GENERAL CONSECUENCIAS EN VARIOS ASPECTOS:

- ✓ Costes de reparación del fallo
- ✓ Perdidas de producción
- ✓ Perdidas de propiedad
- ✓ Riesgos de accidente laboral
- ✓ Riesgos a la salud
- ✓ Impactos sobre el medio ambiente

# En minería...

## El costo directo de mantenimiento supera con frecuencia el 40% del costo total de operación

*(Fuente: Tomlinson, P.D. Maintenance Management: Minimizing Risk to Profitability. SME. Mining Engineering. Jan 2005. Littleton, Co. USA.)*

PAM Lab UC

[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



Centro de Minería  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile

# En Minería...

*Si se incluye el costo de las perdidas de producción y propiedad, accidentes laborales y los riesgos ambientales asociados al fallo de los equipos.....*

**¡El mantenimiento incide sobre el  
60% del costo total de operación!**

*(Fuente: Tomlingson, P.D. Maintenance Management: Minimizing Risk to Profitability. SME. Mining Engineering. Jan 2005. Littleton, Co. USA.)*

PAM Lab UC

[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



Centro de Minería  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile

# En Minería...

*Si se incluyen los factores causales directos o indirectos.....*

**En la investigación causal de mas del 60% de los accidentes laborales en la minería, el mantenimiento defectuoso se cita como una de las posibles causas**

*Fuente: Análisis por el autor - MSHA statistics 2007*

*PAM Lab UC*

[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



**Centro de Minería**  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile

*La minería es pionera en implementar políticas de mantenimiento preventivo con objetivos de seguridad .....*

**1932**

**“Careful maintenance and discipline will do much to retard the occurrence of dangerous conditions”**

*Gleim, E.J. and Freeman, H.B. 1932. Maintenance of electrical mine equipment from the viewpoint of the safety inspector. US Bureau of Mines.*

**Hasta 1950 :**

**La función del mantenimiento  
minero era desempeñada por  
operarios habilidosos que  
arreglaban equipos sencillos y  
muy sobredimensionados**



**Entre 1950 y 1970:**

# **Nace el mantenimiento preventivo y los sistemas de planificación y control**

*PAM Lab UC*

[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



**Centro de Minería**  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile

**Entre 1970 y 2000:**

**El énfasis pasa a la reducción del tiempo de parada por fallo con creciente aplicación de estrategias predictivas del fallo y/o la condition del sistema, para optimizar la disponibilidad**

**HOY:**

**El énfasis esta en maximizar la  
utilidad generada y gestionar el  
riesgo (personas y medio ambiente)**

*PAM Lab UC*

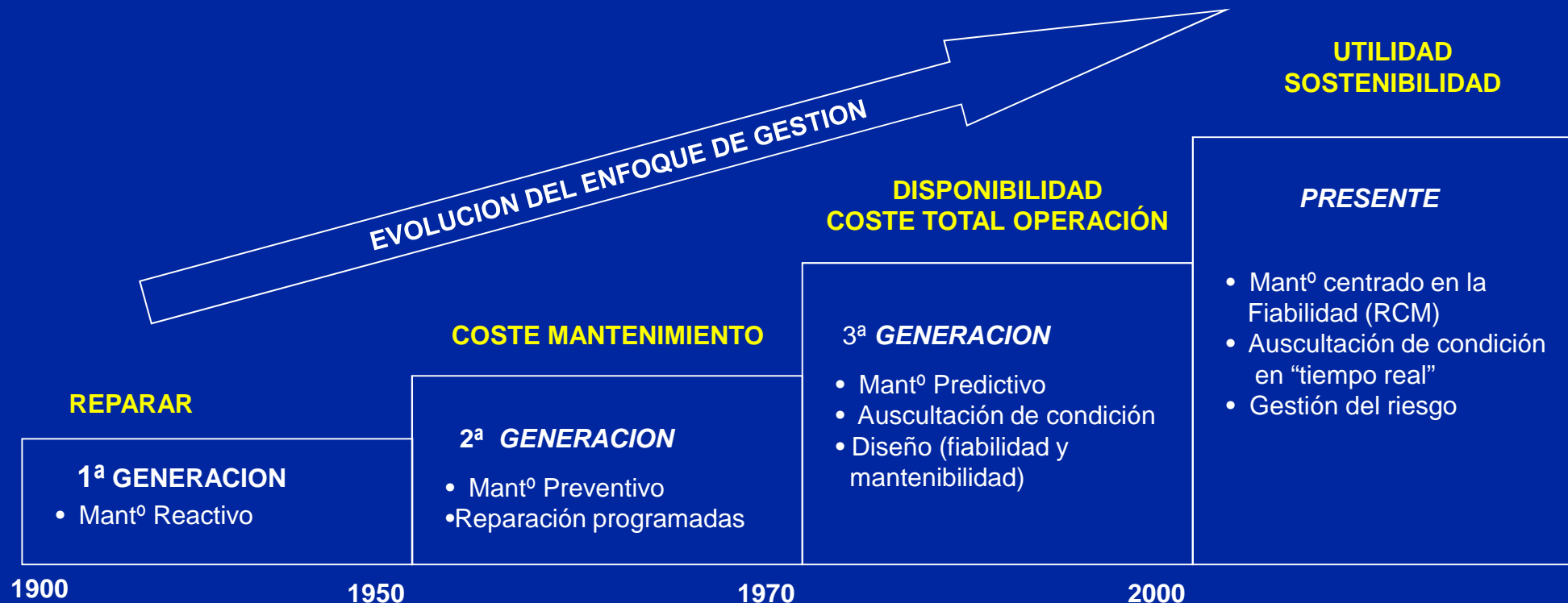
[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



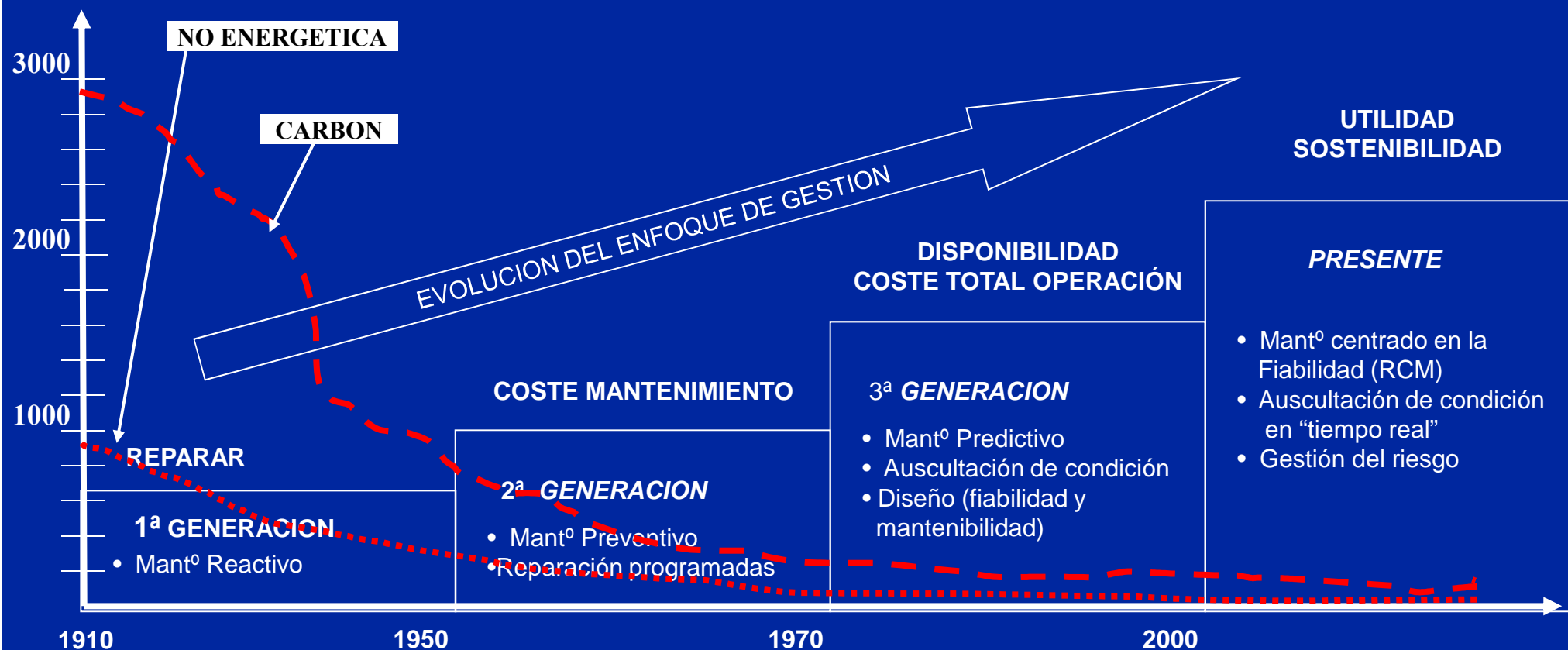
**Centro de Minería**  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile

# El enfoque ha evolucionado.....

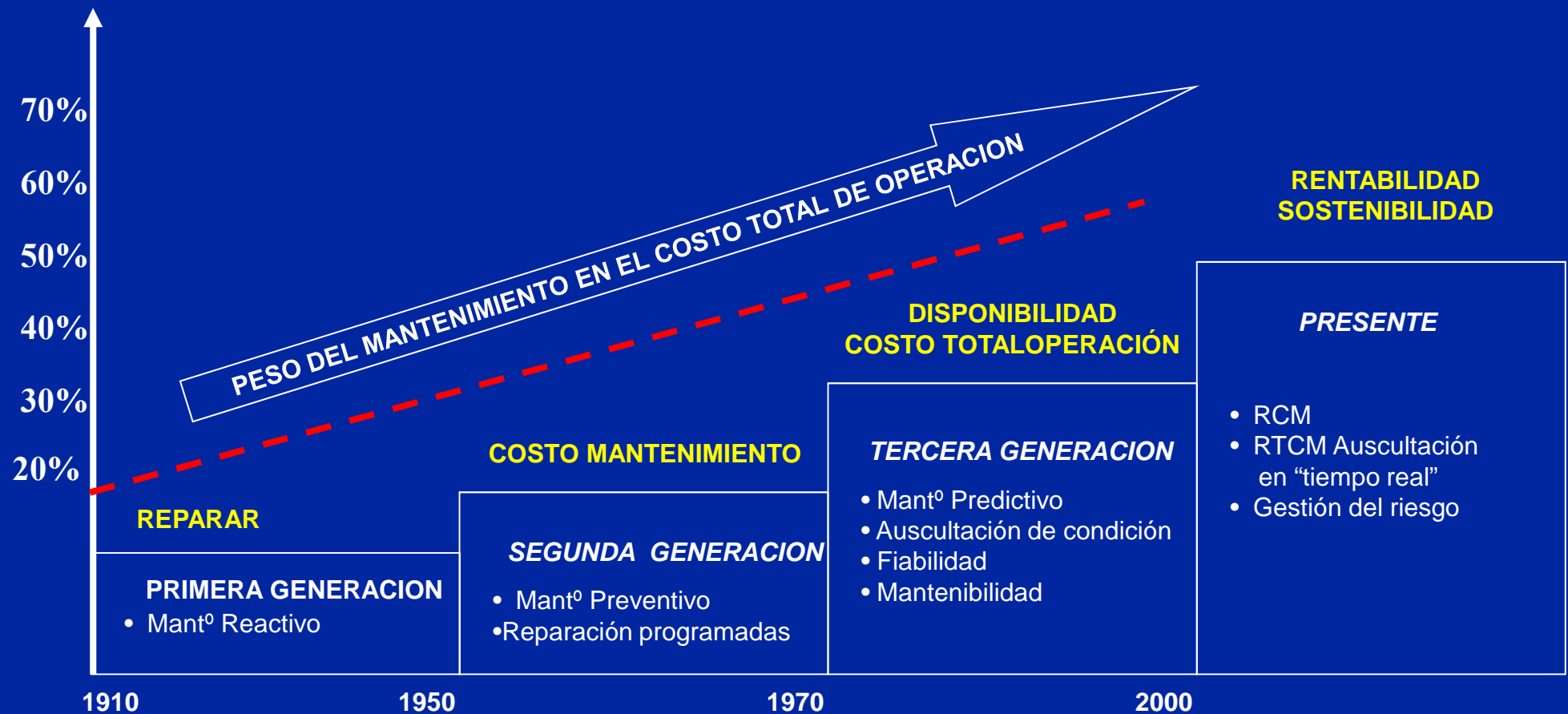


# ACCIDENTES MORTALES MINEROS vs. ENFOQUE DE GESTION

(Fuente: Minería USA. NIOSH, 2007)



# PESO ECONOMICO DEL MANTENIMIENTO EN MINERIA



*Las consecuencias de un fallo de un equipo pueden estar limitadas al costo de reparación pero con frecuencia...*

- ✓ implica pérdidas de producción...*
- ✓ Pone en riesgo a los trabajadores...*
- ✓ Afecta al medio ambiente...*
- ✓ la calidad del producto...*
- ✓ o el servicio al cliente*

*Por tanto, la Estrategia de Mantenimiento para un equipo...*

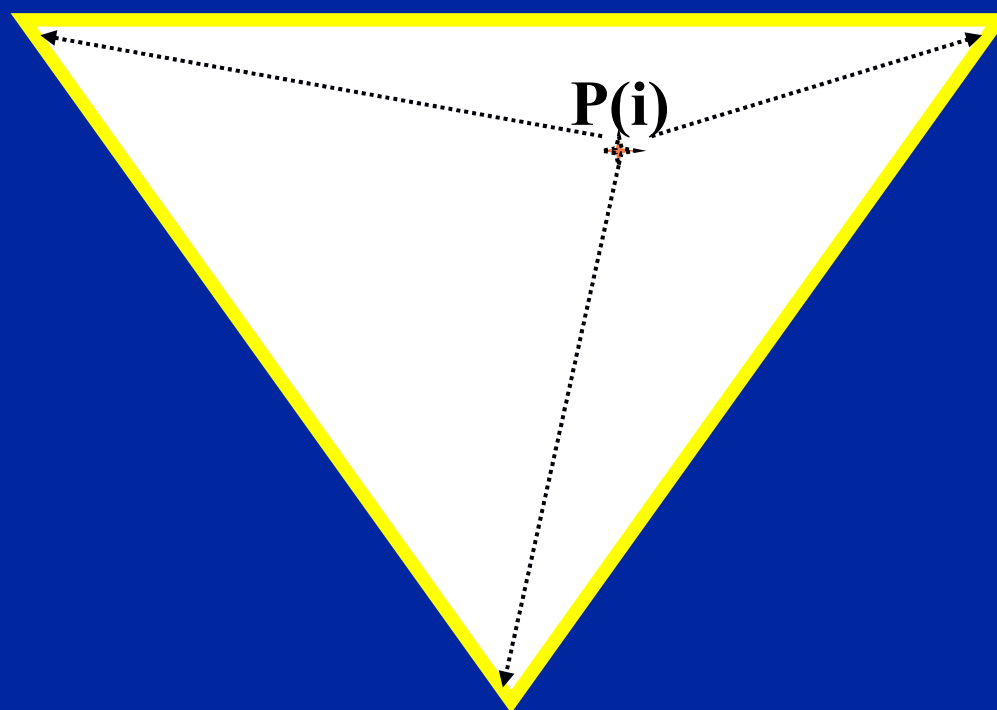
*debe ser función del alcance y la magnitud de las consecuencias del fallo del equipo...*



# EL TRIANGULO ESTRATEGICO

**FIABILIDAD**  
(CERO FALLOS)

**DISPONIBILIDAD**  
(MAX. TIEMPO EN OPERACIÓN)



**ECONOMIA**  
(MIN. COSTO DE REPARACION)

*PAM Lab UC*

[www.egaf.cl](http://www.egaf.cl)

VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



Centro de Minería  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Pag. 7-01

# MODELO ESTRATEGICO DE MANTENIMIENTO



# ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO MINERO



# EL COSTO DE UNA ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO .....

$$C_t = \sum_i (C_m^i + C_u^i + C_r^i)$$

Para todos los modos de fallo i del equipo,

Donde:

$C_m$  = Costo directo de reparación o prevención del fallo

$C_u$  = Perdida de utilidad debida a la indisponibilidad del equipo

$C_r$  = Valor económico del riesgo (seguridad/medio ambiente...) asociado al fallo.

**La estrategia sustentable es, para cada equipo,  
aquella que minimiza la suma de los tres  
elementos de costo:**

- *Costo directo de prevención y reparación*
- *Perdida económica por indisponibilidad*
- *Riesgo asociado al fallo*

## CONCLUSIONES:

*En pocas décadas, la gestión del mantenimiento se ha transformado en un factor crítico para la seguridad y la eficiencia de las operaciones mineras.*

## CONCLUSIONES:

*Hoy día, el costo de mantenimiento en minería, puede representar hasta el 60% del costo total de operación, si se tiene en cuenta el “costo oculto” de las pérdida de producción y los riesgos asociados al fallo.*



# GRACIAS



**PAM Lab UC**

**VIII Encuentro en Gestión de Activos Físicos**  
Campus San Joaquín, 18 de junio de 2010



**Centro de Minería**  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile